

УДК 614.76

МОДЕЛЮВАННЯ МІГРАЦІЇ ПЕСТИЦИДІВ У ҐРУНТАХ ВІД ДЖЕРЕЛ ПОСТІЙНОГО ЗАБРУДНЕННЯ

Я. О. Наземцева

Аспірант*

E-mail: yaroslava.nazemtseva@gmail.com

Д. О. Лазненко

Кандидат технічних наук, доцент*

E-mail: laznenko@ukr.net

*Кафедра прикладної екології

Сумський державний університет

вул. Р.-Корсакова, 2, м. Суми, Україна, 40007

Стаття присвячена дослідженню процесу міграції пестицидів у ґрунті. Визначено основні фактори впливу на переміщення стійких органічних забруднювачів в довкіллі; особливості даного процесу за наявності джерела постійного забруднення (території колишніх складів засобів захисту рослин). Розглянуті існуючі моделі міграції пестицидів в агроценозах, запропоновано фізичну модель переміщення забруднювача за наявності постійного джерела забруднення

Ключові слова: пестициди, ґрунт, міграція, адсорбція, десорбція, хімічна детоксикація, біологічна детоксикація, метаболіти

Статья посвящена исследованию процесса миграции пестицидов в почве. Определены основные факторы влияния на перемещение стойких органических загрязнителей в окружающей среде; особенности данно процесса при наличии источника постоянно-го загрязнения (территории бывших складов средств защиты растений). Рассмотрены существующие модели миграции пестицидов в агроценозах, предложено физическую модель перемещения загрязнителя при наличии постоянного источника загрязнения

Ключевые слова: пестициды, почва, миграция, адсорбция, десорбция, химическая детоксикация, биологическая детоксикация, метаболиты

1. Вступ

Хімічний спосіб займає чільне місце у системі інтегрованого захисту рослин у сільському господарстві. Небезпечність пестицидів зумовлена їх високою біологічною активністю, рухливістю у природному середовищі (переміщення з повітряними потоками, природними водами, міграція по харчовим ланцюгам, біологічним циклам) та здатністю акумулюватися та зберігати токсичні властивості протягом тривалого часу (наприклад, залишки фосфорорганічного інсектициду тіофос було знайдено в ґрунті через 16 років після застосування) [1]. З огляду на світову тенденцію до постійного зростання обсягів та різноманіття виробництва та застосування пестицидів підвищуються вимоги до їх екологічності. Не зважаючи на те, що завдяки процедурі випробувань та реєстрації пестицидів і агрохімікатів, визначеною Законом України «Про пестициди і агрохімікати» накопичено досить широкий спектр первинних даних, це не дозволяє прогнозувати поведінку хімікатів у природному середовищі. До того ж, екологічну проблему забруднення довкілля пестицидами ускладнює відсутність належної уваги до місць зберігання некондиційних пестицидів – протермінованих, або заборонених для використання Стокгольмською конвенцією ООН про стійкі органічні забруднювачі [2]. Хоча на сьогоднішній день з території України продовжується вивезення некондиційних пестицидів з метою їх подальшого знешкодження закордоном, фінансоване Міністерством екології та природних ресурсів України з Державного фон-

ду охорони навколишнього природного середовища, варто пам'ятати, що ділянка ґрунту, де тривалий час зберігали ядохімікати, перетворюється на вторинне джерело забруднення навколишнього середовища. Це вказує на необхідність детального вивчення таких осередків з метою запобігання подальшого поширення забруднювачів.

2. Виклад основного матеріалу досліджень

Процес міграції пестицидів у ґрунті, переміщення їх в системах ґрунт – суміжні системи, а також їх залишкова кількість є результатом складної взаємодії ряду факторів. Їх можна розділити на чотири основні групи: перша група факторів визначається властивостями пестицидів; друга група характеризується властивостями ґрунту та агрономічними факторами; третя включає в себе кліматичні умови; а четверта – режими потрапляння хімічних засобів захисту рослин (рис. 1). При чому, для одних речовин визначальними будуть фізичні фактори, як, наприклад, випаровування, для інших – хімічна чи біологічна деструкція (так, основний шлях розкладання амідосульфурону – мікробіологічний) [3].

Спільним фактором, що визначає стійкість майже усіх без винятку пестицидів, є їх здатність адсорбуватися часточками ґрунту, бо в адсорбованому стані вони стають малодоступними для мікроорганізмів та слабо піддаються хімічним перетворенням. Численні дослідження показують пряму залежність накопичення

токсичних речовин від вмісту гумусу в ґрунті через високу сорбційну здатність гумінових речовин [4]. Тому у родючих структурованих ґрунтах максимальна акумуляція спостерігатиметься у верхньому пахотному шарі, в той час як у ґрунтах з низьким вмістом гумусу концентрація забруднювача мало відрізнятиметься по всьому профілю, до того ж слід очікувати підвищений ризик забруднення ґрунтових вод.

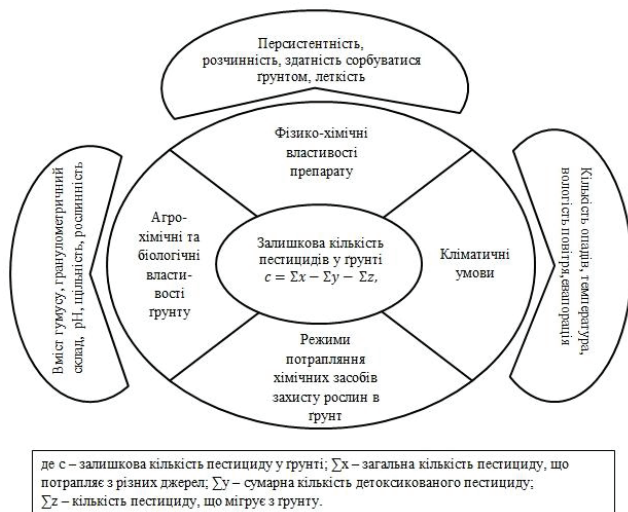


Рис. 1. Фактори, що впливають на процес міграції пестицидів ґрунті

На рис. 2 наглядно показана залежність вертикального розподілу залишкових концентрацій ДДТ та його метаболітів від вмісту гумусу у профілі лучного ґрунту території з помірно-континентальним кліматом, куди препарат ДДТ, ще до офіційної заборони, вносився у якості засобу захисту рослин. Присутність цього небезпечного політанта пояснюється тим, що період його напіврозпаду (як і період напіврозпаду ряду інших персистентних речовин, заборонених до використання Стокгольмською конвенцією ООН про стійкі органічні забруднювачі), становить 15-30 років [5]. З рисунків видно, що забруднюючі речовини розподіляються по всьому профілю, але найбільше їх зосереджено у верхньому горизонті (35-40 см) та незначно підвищується над гальковим шаром. Останній факт можна пояснити водним режимом: коли промивний режим не завжди наскрізний, то періодичне промивання до певної глибини призводитиме до накопичення токсикантів [6].

Для того, щоб прогнозувати поведінку органічних забруднюючих речовин, необхідно враховувати, що після потрапляння у ґрунт, подальшу їх долю визначатимуть наступні процеси: адсорбція, хімічна і біологічна трансформація, дифузійні та конвективні перенесення [6].

На рис. 3 представлено коміркову модель перетворення стійких органічних забруднювачів в ґрунті. Де, для спрощення, але із одночасним збереженням адекватності, детоксикація (втрата токсичності) та сорбція (адсорбція та десорбція) визначені основними процесами міграції. Джерелом потрапляння пестициду (П) у ґрунт може бути його систематичне внесення в агроценоз для регулювання врожайності, або вимивання з місць, сильно забруднених хімікатами (території скла-

дів пестицидів та добрив, місця аварійних розливів). В обох випадках опади виступають ініціатором переміщення, натомість евапорація не матиме суттєвого впливу у випадку забруднених місць з високими концентраціями пестицидів на порівняно невеликих ділянках, тому нею можна знехтувати. У ґрунті хімікати адсорбуються часточками ґрунту, але оскільки процес адсорбції (як і інші процеси масообміну) зворотний, то через деякий час, під впливом комплексу чинників (рис. 1) пестициди знову звільняються (десорбція). $Ч_kП$, що призводить до розкладання токсикантів на менш токсичні метаболіти (М), а частково переходять на наступний етап ($П(1-k_1-k'_1)$). Ці метаболіти, в свою чергу, частково виводяться у суміжні системи (a'_1M), а частково переходить на наступний етап ($M(a_1-a'_1)$), де розкладаються до нетоксичних сполук (M_1). Метаболіти першого порядку (М), які утворюються на різних стадіях, матимуть приблизно однаковий склад, але не обов'язково однаковою кількістю [7]. Вважатимемо, що метаболіти другого порядку (M_1) виводяться з системи, бо являються нетоксичними, і не чинитимуть негативного впливу на довкілля. За такою схемою відбуватиметься перетворення пестициду доти, доки $\sum_{i=1}^n (k_i + k'_i) = 1$. У тому випадку, коли потрапляє стільки пестицидів, скільки може бути детоксиковано ґрунтом, то накопичення препарату і його міграції, як правило, не відбувається. Інакше, слід очікувати міграцію та залишкове накопичення.



Рис. 2. Залежність вертикального розподілу ДДТ та його метаболітів від вмісту гумусу у профілі лучного ґрунту

З огляду на значну кількість впливів, яким піддаються токсиканти у природних умовах, для ефективного прогнозування їх міграції необхідно звертатися не до простого фізичного, а до математичного моделювання. Розрізняють два основні види математичних моделей: емпіричні (статистичні, регресійні) та напів-емпіричні (імітаційні, процесні). В основі емпіричних лежить формула, яка показує безпосередню залежність невідомої змінної від факторів впливу на неї. На жаль, вони враховують невелике число впливів, і через це їх точність ненадійна. Прикладом може служити індекс GUS, що дозволяє оцінити ймовірність забруднення пестицидом ґрунтових вод [8]. В основі імітаційних моделей лежать формули, що виражають фундаментальні закони природи. Їх доповнюють конкретними природними мікропроцесами і створюють синтетичні моделі для опису процесу в цілому. На

сьогоднішній день, ряд моделей, таких як LEACHP, PESTLA, MACRO, CALF, GLEAMS, CMLS, PRZM, PLEMO, успішно використовуються у світі для реєстрації пестицидів в агроценозах. Суттєвою вадою розроблення моделей є те, що їх створення значно випереджає тестування, тобто відсутні достатні і надійні дані перевірки адекватності моделей [9, 10].

Разом з тим, лізіметричні дослідження, маючи ряд неточностей (відсутність бокової міграції показуватиме підвищені концентрації забруднювача, наявність пристінкового простору прискорить водопровідність) імітують рухливості пестицидів максимально наближено до природних умов, а тому також дозволяють аналізувати точність математичних моделей.

Ґрунт має велику поглинальну здатність і характеризується високими буферними властивостями, тому малостійкі пестициди, у невеликих кількостях, як правило, не впливають на її біологічну активність та агрохімічні властивості, чого, на жаль, не скажеш про місця тривалого зберігання засобів захисту рослин. Тут, за відсутності належного контролю за дотриманням безпечних умов зберігання, спостерігалось тривале забруднення прилеглих до складів територій. Накопичення «безіменних» пестицидів у великих кількостях в ґрунті призводило до порушення природних процесів самовідновлення. Так, змінився набір мікроорганізмів (амоніфікаторів, целюлозорозкладаючих організмів і ін.), та активність ґрунтових ферментів (каталази, інвертази, протеази, уреази та ін.). Через це жодна з існуючих моделей не може бути застосована для прогнозу поведінки забруднювачів у місцях, що перетворилися на вторинні джерела забруднення навколишнього середовища. На сьогоднішній день гостро стоїть питання дослідження поведінки деструкції, накопичення та міграції некондиційних пестицидів у ґрунтах біля складів їх зберігання навіть після вивезення хімікатів для подальшого знищення або утилізації. Це дозволить приймати рішення, націлені на попередження поширення отрутохімікатів та їх токсичних метаболітів, і на забезпечення екологічно безпечних умов для живих організмів.

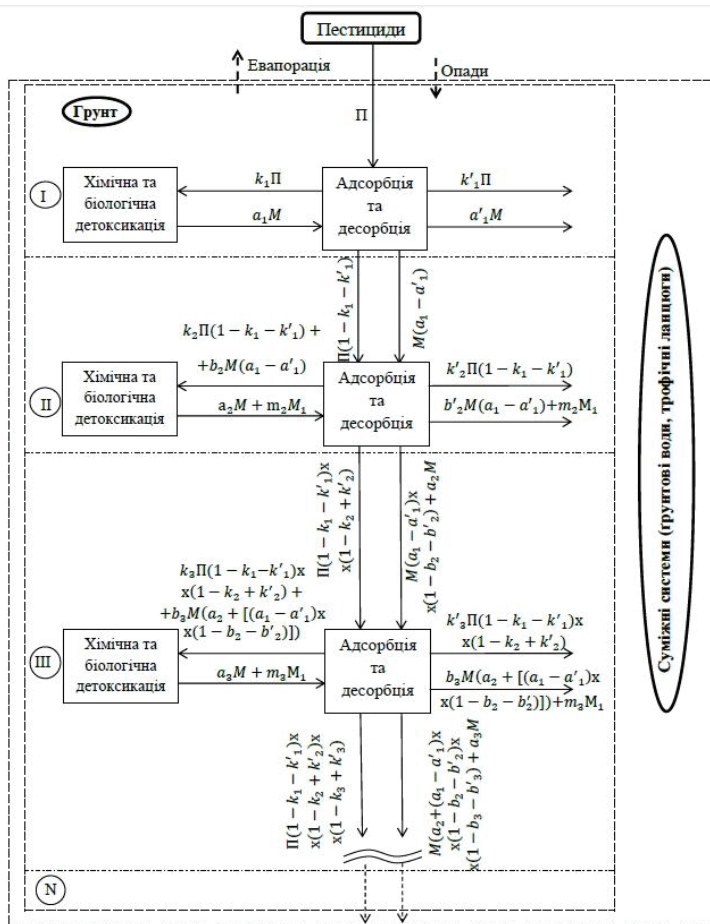


Рис. 3. Схема міграції пестицидів у ґрунті

Найбільш точні результати показують польові дослідження. Вони дозволяють отримати дані з урахуванням цілого комплексу факторів впливу. Для цього вимірюються концентрації речовин у зразках ґрунту, взятих на різних глибинах та відстанях, які забезпечують найкращу репрезентативність. Варто взяти до уваги, що застосування отриманих даних можливе виключно для конкретних ґрунтових і кліматичних умов. Вивчення поведінки забруднювача у ґрунті проводять також на імітаційних моделях: у лабораторних умовах та у лізіметрі. Як правило, перенесення результатів лабораторних експериментів у реальні умови мають невисоку практичну цінність.

З огляду на нагальність забезпечення зниження екологічного навантаження на навколишнє середовище, проблема вивчення міграції пестицидів у ґрунті являється надзвичайно актуальною. Особливе занепокоєння викликають місця постійного забруднення, де пестициди накопичилися у великих кількостях. Тут змінюється мікрофлора, а через те процес природної деградації порушується. Наявні моделі міграції можуть бути застосовані лише для агроценозів, тому стоїть задача розробки дієвої моделі для прогнозування переміщення пестицидів від джерел постійного забруднення.

3. Висновки

Література

1. Steward, D., Chisholm, D. Long term persistence of parathion in soil [Text] / D. Steward, D. Chisholm // Nature. – 1971. – vol. 47. – P. 547.
2. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants [Text]. - Stockholm, Sweden. – 2001. – 179 p.

3. Fent, G. Lysimeterversuche zum Abbau- und Verlagerungsverhalten des herbiziden Wirkstoffes Amidosulfuron in verschiedenen Boden mit besonderer Berücksichtigung des Nachbaverhaltens unter Einbeziehung von Gewachshausuntersuchungen [Text] : dis. PhD / G. Fent. – Bonn, 1992. – 115 p.
4. Сметник, А. А. Прогнозирование миграции пестицидов в почвах [Текст] : дис. ...док. биол. наук / А. А. Сметник. – М., 1999. – 389 с.
5. Мельников, Н. Н. Пестициды. Химия, технология и применение. [Текст] / Н. Н. Мельников. – М. : Химия, 1987. – 712 с.
6. Попов, В. Е. Адсорбция и миграция токсичных хлорорганических соединений в почвах [Текст] : дис. ...канд. с/х наук / В. Е. Попов. – Ленинград, 1984. – 239 с.
7. Афанасьева, А. И. Практикум по химической защите растений [Текст] : учеб. пособие / А. И. Афанасьева, Г. С. Груздев, Л. Б. Дмитриев ; под ред. Г. С. Груздева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Колос, 1992. – 271 с.
8. Gustafsson, K. Bentazon an ecotoxicological evaluation [Text] / K. Gustafsson // Report from National Chemicals Inspectorate. – Solna, Sweden. – 1989. – 178 p.
9. Сучасні екологічно чисті технології знезараження непридатних пестицидів [Текст] : монографія / В. Г. Петрук, О. Г. Яворська, А. П. Ранський, Р. В. Петрук та ін. ; під ред. В. Г. Петрука. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2003. – 253с.
10. Wagenet, R. J., Rao, P. S. C. Modeling pesticide fate in soils. Pesticides in the Soil Environment: Processes, Impacts and Modeling [Text] / R. J. Wagenet, P. S. C. Rao // Soil Science Society of America. – 1990. – vol. 2. – P. 351-399.

Розроблена методика для вибору та обґрунтування заходів, що мають забезпечувати нормативне значення концентрації пилу в робочих зонах бурового обладнання. За допомогою наведеної методики виконано порівняльний аналіз вагомості альтернативних рішень з використанням технологічних параметрів та організаційних заходів пошуку найкращих альтернатив при бурінні підризних свердловин

Ключові слова: робоча зона, бурове обладнання, гірничі роботи, гранітний пил, кар'єр

Разработана методика для выбора и обоснования мероприятий, которые должны обеспечить нормативное значение концентрации пыли в рабочих зонах бурового оборудования. С помощью приведенной методики выполнен сравнительный анализ значимости альтернативных решений с использованием технологических параметров и организационных мероприятий поиска лучших альтернатив при бурении взрывных скважин

Ключевые слова: рабочая зона, буровое оборудование, горные работы, гранитная пыль, карьер

УДК 622.8: 622.727.1.3

МЕТОД ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ЗАПИЛЕННЯ РОБОЧИХ ЗОН ПРИ ВІДКРИТИХ ГІРНИЧИХ РОБОТАХ

Л. А. Сербінова

Провідний інженер

Національний науково-дослідний інститут
промислової безпеки та охорони праці
вул. Вавілових, 13, м. Київ, Україна, 04060

E-mail: Larisa_Serbinova@meta.ua

1. Вступ

Основною проблемою небезпечної пилової ситуації в Україні є незадовільний стан технічного гірничого обладнання, незадовільні режими його роботи, несприятливі метеокліматичні умови, технологічні помилки працівників. Для вибору заходів з нормалізації пилової обстановки в робочих зонах запропоновано застосувати методи чисельного моделювання, зокрема метод «вибору найкращих альтернатив».

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Аналіз літературних джерел [1 – 5] показав, що основу методичної бази, яка стосується оцінювання техногенної та екологічної безпеки об'єктів, до числа

яких належать кар'єри, складають методичні вказівки на нормативні акти, в яких за основу береться факт, що небезпечна подія – наднормативний викид пилу – відбулася. Тобто всі існуючі методи оцінювання базуються на тому, що на виході необхідно отримати зону забруднення або кількість постраждалих.

Окремі нормативні акти відомств містять регламент роботи установок та обладнання, а також вказують технічні умови на обладнання, сировину, за якими має працювати підприємство, а також правила техніки безпеки на певному підприємстві. Заходи для зменшення наднормативних викидів і способи підвищення рівня екологічної та техногенної безпеки, що пропонуються в нормативній та методичній базі не прив'язані до технологічних параметрів гірничого обладнання та характеристик зовнішнього середовища.